

На правах рукописи

**ТЕРЕНТЬЕВА Любовь Раисовна**

**НИВАЛЬНЫЕ ФОРМЫ РЕЛЬЕФА  
НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТИИ**

Специальность 20.00.25 – Геоморфология и эволюционная география

Автореферат

Диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук

Казань, 2006

кандидат географических наук,  
доцент Илларионов А.Г.

доктор географических наук,  
профессор В.И. Мозжерин  
доктор географических наук,  
профессор Н.Н. Назаров

Защита состоится июня 2006 г в часов в аудитории 1512 второго корпуса Казанского государственного университета на заседании диссертационного совета Д 212. 081. 20 по защите диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук при Казанском государственном университете по адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18, корпус 2, факультет географии и экологии.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского Казанского государственного университета. Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по указанному адресу: 420008, Г.Казань, ул.Кремлевская, 18, КГУ, служба аттестации научных кадров.

Автореферат разослан                      мая 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат географических наук

Ю.Г.Хабутдинов

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы** данной работы обусловлена необходимостью детального изучения реликтовых форм рельефа в целях реконструкции физико-географических условий прошлых геологических эпох. Познание причин и закономерностей изменения рельефа в прошлом дает возможность понимания современной структуры и динамики его развития, а также создание основ для долгосрочного географического прогноза. Особый интерес в этом отношении представляет плейстоценовый период, характеризующийся глобальными и глубокими изменениями климата.

Общепланетарные, повторяющиеся изменения климата в сторону похолодания, проявившиеся в течение всего кайнозоя, привели к возникновению в умеренных широтах на территории Русской равнины специфической перигляциальной зоны, в которой полностью перестроились все процессы лито - и морфогенеза.

На востоке Русской равнины в пределах Вятско-Камского региона широкое распространение получили реликтовые формы рельефа, сформировавшиеся в перигляциальных условиях плейстоцена. Среди них широкое развитие имеют асимметричные склоны, материковые дюны, комплекс микроформ рельефа, обусловленный влиянием на геологический субстрат вечной мерзлоты. Особое место среди мезо- и микроформ рельефа на востоке Русской равнины, особенно в Вятско-Камском регионе, занимают весьма специфические по морфологии замкнутые и полузамкнутые отрицательные формы рельефа, рассматриваемые частью исследователей как нивальные реликтовые. Однако имеется точка зрения о возможности их формирования в современной климато-ландшафтной обстановке умеренных широт. Таким образом, до настоящего времени вопрос об их происхождении остается спорным. Эти формы рельефа имеют не только широкое распространение, но и большое морфологическое разнообразие. Потребность в их детальном изучении и классификации диктуется и тем, что в силу особенностей своего строения эти формы рельефа обладают значительным ресурсным потенциалом – научно-познавательным, средообразующим и рекреационным.

**Цель и задачи исследования.** Целью данной работы является изучение географии распространения, выявление механизма, времени формирования и динамики развития нивальных форм (НФ) рельефа на территории Удмуртской республики; их классификация.

Поставленная цель реализовалась решением следующих задач:

1. Изучение географии распространения и получением морфологических и морфометрических характеристик НФ в исследуемом регионе;

2.Изучение по литературным источникам условий формирования и развития современных НФ;

3.Восстановление условий среды формирования и развития НФ в исследуемом регионе.

**Научная новизна** работы состоит в том, что впервые была предпринята попытка детального изучения и классификации одной из разновидностей реликтовых форм рельефа в пределах Вятско-Камского региона. В результате исследования получены новые данные для воссоздания палеогеографической обстановки плейстоценового перигляциала. Морфологические и морфометрические особенности исследованных форм рельефа являются такими же надежными данными для восстановления палеогеографической обстановки плейстоценового перигляциала как и палеонтологические материалы.

**Материал, положенный в основу диссертации.** Для решения поставленных задач были проанализированы литературные источники по проблемам морфогенеза в условиях современных перигляциальных территорий и в плейстоцене. Данные о площадном распространении морфологии и морфометрии НФ исследуемого региона были получены в результате картографических работ по крупномасштабным (1:25000, 1:50000) картам. В районах широкого развития нивальных форм (Шаркано-Мултанская куэстовая гряда, удмуртская часть Камского правобережья) были проведены полевые исследования с целью получения сведений о коррелятных отложениях, морфологии и морфометрии мелких НФ.

С целью выявления роли геологического субстрата на морфологию НФ были изучены и проанализированы результаты геологических съемок масштаба 1: 200000, проведенных в пределах Вятско-Камского региона.

Из всех выявленных НФ картометрическими методами были изучены более 250, что позволило получить достаточно надежные сведения о географии их распространения в исследованном регионе, морфологии и морфометрии и дать их классификацию.

**Теоретическая значимость** диссертационной работы заключается в выявлении генетических признаков изучаемых форм рельефа и обосновании доказательства их возникновения в иных, по сравнению с современными, климато-ландшафтных условиях, т.е. их реликтовость.

**Практическая значимость** заключается в раскрытии природно-ресурсного потенциала данных форм рельефа, в возможности широкого их использовании в научно-познавательных и рекреационных целях.

Основные положения, выносимые на защиту:

- НФ исследуемого региона в основе своей являются реликтовыми;
- география распространения, морфологическое разнообразие нивальных форм определялось структурно-геологическим и

геоморфологическим положением исходных склонов, на которых они закладывались и развивались;

- в выработке специфического, морфологического облика исследованных форм рельефа основную роль играла нивация, активно проявившаяся в эпоху плейстоценовых оледенений. Исходный морфологический облик нивальных форм подвергался трансформации в эпоху межледниковий и голоцене флювиальными процессами. Поэтому современный морфологический облик нивальных форм несет в себе признаки смен климатически обусловленных типов морфогенеза и стадийности их развития;

- изученные формы рельефа обладают значительным потенциалом (научно-познавательным, средообразующим, рекреационным), подлежащим к учету при решении задач рационального природопользования, экологической оптимизации и ландшафтного обустройства территорий.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты работы были представлены в публикациях и докладывались на семинарах и конференциях. Отдельные части работы докладывались и обсуждались на Межрегиональной научно - практической конференции (Пермь, 1998), Четырнадцатом (Уфа, 1999), Пятнадцатом (Псков, 2000), Шестнадцатом (Санкт – Петербург, 2001) пленарных межвузовских координационных совещаниях по проблемам эрозионных, русловых и устьевых процессов; Международной конференции “География и регион” (Пермь, 2002).

**Структура диссертации.** Общий объем диссертации составляет стр.169, состоит из введения, шести глав, текст которых сопровождается 9 таблицами и 34 рисунками, заключения, списка литературы из 231 наименования.

Автор выражает глубокую благодарность кандидату географических наук, доц. А.Г. Илларионову, под руководством которого выполнена диссертация. Автор признателен д.г.н., проф. В.И. Мозжерину, д.г.н., проф. А.П. Дедкову, д.г.н., проф. Р.С. Чалову, д.г.н. проф. И.И. Рысину, к.г.н., доц. И.Е. Егорову за ценные советы и критические замечания по диссертации.

### **Основное содержание работы**

Во **введении** обоснована актуальность диссертационной работы; сформулированы цель и задачи исследования; приведены общие сведения о фактическом материале, положенном в основу работы; отражены научная новизна и практическая значимость результатов работы; приведен перечень основных положений, выносимых на защиту.

**В первой главе** дана краткая характеристика методики работ.

В качестве методической основы изучения рассматриваемых форм был взят морфологический анализ, обоснованный в трудах Ю.Г. Симонова, А.И. Спиридонова. Он включает в себя изучение:

1. внешнего облика (формы) и
2. морфологической структуры.

Из разнообразных линий, составляющих элементы морфологической структуры, для морфологического анализа НФ особенно важны бровки, шовные линии, тальвеги, гребни, ребра (рис.1).

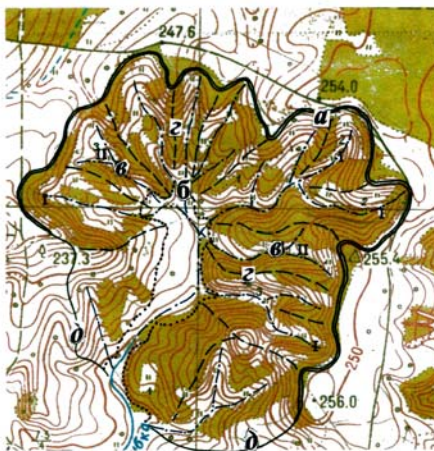


Рис. 1. Нивальный комплекс в верховьях р.Билиб : а ( )-бровка; б ( )-шовная зона; в ( )-тальвеги; г ( )-гребни; д ( )-ребра; I – ниши; II – лотки .(Масштаб 1:25000).

Внешний облик рельефа, посредством определенной организации и иерархии формирующих его элементов морфологической структуры содержит в себе значительный объем информации об условиях и факторах его образования. Иными словами, форма рельефа, элементы ее морфологической структуры могут выступить признаками условий рельефообразования. При отборе индикаторных признаков при изучении НФ в значительной степени упор был сделан на принцип актуализма. Детальное изучение современных условий рельефообразования дает право утверждать, что этим условиям соответствует и строго определенный набор форм рельефа. Это своеобразное правило соответствия форм морфогенеза его факторам и условиям делает возможной и постановку обратной задачи – по внешнему облику рельефа восстановить условия и факторы рельефообразования. В этом суть методического подхода, использованного в работе.

Для изучения нивальных форм были использованы топографические карты масштаба 1:25000 с сечением рельефа 5 м, т.к. данные формы относятся к категории мезо-и микроформ. Более 250 нивальных форм были изучены приемами и методами морфометрического анализа. Для каждой из выделенных форм были получены характеристики ее размера и формы в плане. Размеры и площади определялись методом взвешивания вырезанных фигур соответствующих форм на торсионных весах. Форма в плане изучалась путем определения коэффициента изометричности формы ( $K_{\text{иф}}$ ), индекса симметрии ( $I_c$ ) и коэффициента компактности ( $K_k$ ).

Графоаналитические приемы и методы включали в себя составление и анализ: а) продольных и поперечных профилей нивальных форм; б) гипсографических кривых; в) сопряженных профилей линий тальвегов и гребней в нивальных комплексах.

**Во второй главе** приводится современная физико-географическая характеристика района исследований - описание геологического строения, рельефа и климатических условий.

Геологический субстрат исследуемой территории, представленный породами казанского и татарского ярусов пермской системы, характеризуется пестрым вещественным составом. Быстрая смена литолого-фациальных комплексов в вертикальном разрезе и по простиранию затрудняет их пространственную корреляцию. Однако влияние вещественного состава коренных пород, выходящих на денудационный срез уступов разноуровневных поверхностей выравнивания или на эрозионный срез склонов речных долин, на морфологию рельефа проявляется достаточно четко. По характеру проявления в рельефообразовании коренные породы подразделяются на три литолого-фациальных комплекса: 1) терригенный, представленный в основном конгломератами; 2) алеврито-аргиллитовый; 3) карбонатный.

Выход на дневную поверхность терригенных толщ (песчаников, конгломератов) в морфологии рельефа выражается двояко. Выдержанные по мощности и значительные по площади развития песчаники приводят обычно к образованию структурных террас. Чаше и морфологически четче они представлены в местах расчленения коренных склонов речных долин или куэст овражно – балочными или нивальными формами. Выход конгломератов сопровождается, как правило, формированием холмисто-останцового («пугового») рельефа, карбонатных толщ образованием структурных поверхностей - террас, в контурах развития куэстовых гряд – моноклиальных скатов.

Разрез пермских отложений, в отличие от разрезов сопредельных территорий, отличается здесь широким развитием и большими мощностями

(до 25-30 м) глинистых толщ. Выходы их всегда обуславливают образование в профиле склонов заметных перегибов. Такие перегибы в настоящее время, особенно в прошлом, в перигляциальные эпохи плейстоцена, служили местом образования снежников и активного проявления процессов нивации. Широкое развитие глинистых толщ, выходящих на эрозионный срез, является, возможно, одной из главных причин образования нивальных форм в рассматриваемом регионе.

Коррелятные четвертичному морфогенезу осадки, (склоновые, аллювиальные, золовые) хотя и играют определенную роль в строении современного рельефа, не оказывают непосредственного влияния на морфологию НФ.

Рельеф региона представляет собой возвышенную денудационную, сильно расчлененную ступенчатую равнину. Ступенчатость равнины представлена тремя уровнями. Две ступени, известные как «верхнее» и «нижнее» плато, расположенные соответственно на абс. отметках 250-360 м и 180-220 м, представляют собой региональные поверхности выравнивания. По представлениям А.П.Дедкова они являются педипленами, сформировавшимися соответственно в начале и в конце неогена. Эти ступени разделены друг от друга хорошо выраженным уступом высотой 80-100 м и крутизной  $8-10^0$ . Самая низкая ступень с отметками 140-160 м прослеживается вдоль долин крупных и средних рек региона. К верховьям последних она, как правило, выклинивается.

Плановые очертания орографических элементов предопределены новейшими структурами широтного и субширотного простирания, наложившимися на древние преимущественно меридиональные и субмеридиональные структуры платформенного чехла и фундамента.

Другой характерной особенностью Вятско-Камской части Русской равнины является большая амплитуда ее расчленения. Для территории Удмуртии эта величина достигает почти 300 м. Высокоградиентные амплитуды расчленения, достигающие 120-150 м, местами наблюдаются в узкой (0.2-0.5 км) полосе сочленения разновысотных поверхностей выравнивания (в верховьях речных долин, врезающихся в куэстовые гряды; вдоль коренных склонов речных долин, сочленяющихся с низкими базисами эрозии).

Таким образом, влияние орографии проявляется в строгой приуроченности изученных форм к склонам разновысотных поверхностей выравнивания и речных долин.

Современные климатические условия региона не способствуют длительному сохранению снежного покрова даже в закрытых понижениях. Промерзание почвы таково, что к концу весеннего периода почва полностью оттаивает, продолжительность периода перехода температуры через  $0^0\text{C}$  составляет в среднем не более 20-25 дней – эти условия недостаточны для



того, чтобы сформировались деятельные снежники и в полной мере проявился процесс нивации. Оценивая современную климатическую обстановку на развитие процессов нивации необходимо отметить еще одно обстоятельство. При преобладающем (60-65%) направлении зимних ветров с южных румбов (ЮЗ, Ю, ЮВ) накопление снега за счет метелевого переноса происходит в основном на склонах северо-восточной, северной и северо-западной экспозиций. Нивальные же формы, наоборот, имеют широкое развитие на склонах теплых румбов, где в современных условиях наблюдается быстрое схождение снежного покрова. Следовательно образование нивальных форм происходило в иных, по сравнению с современными, климатических условиях.

**В главе третьей** рассматриваются современные представления о нивальном процессе. Этот процесс связывают с рельефообразующей деятельностью снежников. Снежники – это всякие сугробы снега, продолжающие существовать в течение части или всего теплого времени года после того, как нормальный снежный покров уже всюду исчезает.

Снежники характеризуются большим морфологическим разнообразием и отличаются друг от друга по механизму образования, времени функционирования и по отношению к подстилающему субстрату. По первому признаку различают: навейные, лавинные и аккумулятивные. По времени функционирования: весенние, летние, снежники-перелетки и осенние. По отношению к подстилающему рельефу: пассивно приспособленные к неровностям рельефа; занимающие измененные ими углубления; занимающие углубления, образованные другими экзогенными агентами.

Анализ распространения современных снежников и связанных с ними, процессов нивации, показывает существенное различие в масштабах и интенсивности ее проявления в горных и равнинных областях. Рельефообразующая деятельность нивации более активна и масштабнее в горах, что обусловлено тесно взаимосвязанными явлениями многообразия форм расчленения рельефа и мощности снежного покрова. Что касается равнинных территорий, наиболее ярко она проявляется в условиях климатической сухости – холодной (нивальной и субнивальной) и теплой (семиаридной). В гумидном климате умеренных широт (особенно в лесной зоне) рельефообразующая деятельность нивации не проявляется. Даже в областях своего активного проявления очагами для зарождения снежников и процессов нивации часто служат формы рельефа, созданные другими процессами – суффозией, карстом или эрозией.

Процессы, связанные с деятельностью снежников, как и другие экзогенные процессы, проводят разрушительную, транспортирующую и аккумулятивную работу.

Разрушительная работа снежников проявляется в непосредственном их воздействии на процессы морозного выветривания горных пород. При морозном выветривании основным процессом разрушения пород является расклинивающее действие льда, образовавшегося в трещинах в результате замерзания воды. Эффект его действия пропорционален количеству циклов промерзания – оттаивания и степени увлажнения породы. Оптимальные предпосылки для таких ситуаций чаще всего создаются в областях развития вечно мерзлых горных пород.

Физическое выветривание в области развития мерзлых пород, является комплексным процессом, включающим ряд механизмов разрушения горных пород, интенсивность которых резко возрастает в результате фазовых переходов вода = лед, что обеспечивает большую скорость протекания и результативность выветривания. Существенную роль при этом играет, естественно, общая продолжительность сохранения фазовых переходов, более продолжительная в нивальном и субнивальном климате и в горах. Непродолжительные сроки сохранения условий фазовых переходов «вода – лед» в условиях умеренного климата особенно на равнинах ограничивает, очевидно, масштабы проявления нивации.

Абсолютное большинство исследователей, занимавшихся и занимающихся изучением современных нивальных процессов (Е.А. Втюрина, С.П. Качурин, А.И. Попов, В.Л. Суходровский и др.), однозначно указывают на активное проявление морозного выветривания в относительно узкой фронтальной зоне соприкосновения тела снежника с оголенными горными породами. На уровне качественного объяснения механизма морозного выветривания эту закономерность объясняли избыточным увлажнением оголенных пород этой зоны, соответственно большими температурными градиентами и более многократными фазовыми переходами воды.

Ни сильный мороз, ни суровый климат высокогорного пояса, высоких и средних широт в центральных частях континентов по представлениям П.Ф. Швецова, М.М. Корейша, сами по себе не являются рельефообразующими факторами. Они лишь условия наиболее эффективного проявления солнечной энергии в узкой полосе, пограничной между оголенным почвенно - грунтовым комплексом и снегом и льдом. Именно в этой полосе, через криогенное выветривание, нивация проявляется в наиболее чистом виде. Снежный покров сам по себе непосредственно препятствует процессам денудации в обычном их понимании, предохраняя почвенно-грунтовой комплекс от термомеханического разрушения. Снежник только способствует значительным колебаниям температуры воздуха, ибо над ним и поблизости от него воздух всегда более холоден, чем на некотором расстоянии. Поэтому понижение температуры воздуха может привести к переходу ее через 0° поблизости снежника, тогда как в других местах температура еще выше 0°.

Нивация в чистом виде является частью нивальных процессов, связанных преимущественно с их дробящей (измельчающей) деятельностью горных пород. Ей обязаны в значительной степени морфологическое обособление нивальных форм и образование криозлювия, характеризующегося на последних стадиях своего развития, как правило, тонким механическим составом.

Пространственное положение зоны нивации, контактирующей с краем снежника будет тесно зависеть от стадии развития последнего. В первую, трансгрессивную фазу развития снежников наибольшему разрушению подвергаются стенки заложившейся нивальной впадины. Снежник как бы подрубает их снизу. Большой крутизной на этой фазе отличается задняя стенка нивальной впадины. Снежники на стадии своего активного образования являются зоной транзита продуктов выветривания с коренных уступов во фронтальную часть, в зону более активного проявления чистой нивации. Эта зона пропитанных водою почв, подвержена частым резким заморозкам. Так как край сокращающейся снежной массы отступает, то все новые участки впадины оказываются незащищенными. Благодаря частому и многократно повторяющемуся замерзанию воды в капиллярах почвы, последняя теряет сцепление и становится размельченной. Этот размельченный материал вовлекается в процесс транспортировки в полном соответствии с суточными циклами протаивания и промерзания воды в зоне нивации.

По мере сокращения размеров снежника, т.е. в его регрессивную фазу, обломочный материал отлагается все ближе к подножию коренного уступа, рассредоточиваясь благодаря этому по поверхности выположенной части склона. Мелкозем выносится тальми водами за пределы площадки.

В переносе продуктов выветривания за пределы нивальных форм участвует широкий комплекс процессов. Формирование конкретного генетического типа литодинамических потоков – криогенных, флювиальных, склоновых, во многом определяется консистенцией продуктов выветривания, зависящей, в свою очередь, от их механического состава и степени увлажнения. Поэтому конечный морфологический эффект деятельности снежников, т.е. нивации как и представлял ее И.С.Щукин, это результат проявления комплекса процессов – морозного (криогенного) выветривания, солифлюкции, медленного течения грунта, эрозии тальных вод и др.

Характерной особенностью нивальных процессов и форм рельефа является ограниченность коррелятных им осадков. Тонкий механический состав значительной части продуктов морозного выветривания, имеющих во время весенне-летнего снеготаяния жидкотекучую консистенцию, по-видимому, благоприятствует выносу значительной части глинистой и алеврита - песчаной фракций криозлювия за пределы нивальных форм.

Морфология аккумулятивных образований, сформировавшихся у нижнего края снежника, определяется характером литодинамического потока.

Обобщая, в целом, проявление нивальных процессов в современных климато-ландшафтных условиях, необходимо отметить три более или менее выраженные закономерности:

1) морфологический результат проявления нивации наиболее ярко проявляется в районах с продолжительным сохранением в течение года условий фазового перехода «вода – лед» (нивальная и субнивальная обстановка на равнинах и в горах);

2) в более ослабленной форме она проявляется в районах, характеризующихся существенным градиентом температур на контакте фронтальных частей снежника с оголенной породой (семигумидные и семиаридные области);

3) в силу заниженного значения проявления этих обстановок, современный гумидный климат менее благоприятен для развития нивации. В гумидной обстановке умеренных широт, особенно в лесной зоне нивальный морфогенез представляет собой явление в значительной степени реликтовое. Современные климато-ландшафтные условия районов развития вечно мерзлых грунтов могут служить некоторым прообразом обстановок проявления нивации в плейстоцене, но, видимо, отнюдь не их полной аналогией. Климатическая обстановка прошлых эпох плейстоцена, была, очевидно, более благоприятной для формирования самых разнообразных по морфологии и размерам НФ.

**В четвертой главе** рассматриваются география распространения НФ в пределах исследуемой территории, приводится их морфологическая характеристика и классификация.

В пределах изучаемого региона представлены НФ, приуроченные к разным орографическим элементам. Наиболее крупные НФ приурочены к высоким южным склонам широтно ориентированных куэстовых гряд. НФ приурочены также к высокому правому коренному склону долины р. Камы. Низкий базис эрозии р. Камы является одновременно причиной глубокого вреза ее правобережных притоков и формирования высоких склонов в их приустьевых частях. К этим склонам также приурочены разные по морфологии НФ.

Одним из необходимых условий развития нивальных процессов является, по-видимому, высота склонов. Наблюдается определенная зависимость между высотой склона и плотностью распространения НФ. На склонах высотой менее 20 м НФ практически не встречаются.

При прочих равных условиях плотность развития НФ зависит также от экспозиции склона, она больше на склонах, обращенных к теплым румбам.

Влияние в значительной степени геологического фактора выражается в обособлении в пределах изучаемой территории трех районов – северного, центрального и южного, отличных друг от друга по морфологии и типам НФ, плотности их развития и последующей эволюции.

Картирование НФ изучаемого региона по крупномасштабным картам позволило выделить три района, отличных друг от друга по плотности их распространения:

I – районы с низкой плотностью НФ (менее 20 НФ на 100 км<sup>2</sup>);

II – районы со средней плотностью НФ (20-60 НФ на 100 км<sup>2</sup>);

III – районы с высокой плотностью НФ (более 60 НФ на 100 км<sup>2</sup>).

Необходимо отметить большое разнообразие нивальных форм в рассматриваемом регионе. Они отличаются друг от друга по размерам, очертаниям в плане, глубиной вреза, набором формирующих их составных элементов. Среди НФ мы различаем:

-*Западины и чаши* - Это наиболее мелкие формы рельефа, созданные нивацией. Как правило, они имеют овальные или округлые очертания. Ширина западин составляет первые десятки метров и обычно не превышает 50 м, чаш – достигает 75-100 м. Глубина вреза тех и других не превышает 5 м, составляя в среднем 2.5-3.0 м.

Характерной особенностью нивальных западин и чаш является то, что абсолютное их большинство по отношению к подошве склона или к современным базисам эрозии имеет висячий характер.

-*Ниши* (рис.2а) нивальные формы, встречающиеся отдельно или, чаще всего, как составные части более сложных форм (нивальных цирков и комплексов). Как правило, это округлые или овальные понижения, вложенные в склоны с хорошо выраженной тыльной стенкой, напоминающей по внешнему виду стенку срыва оползней.

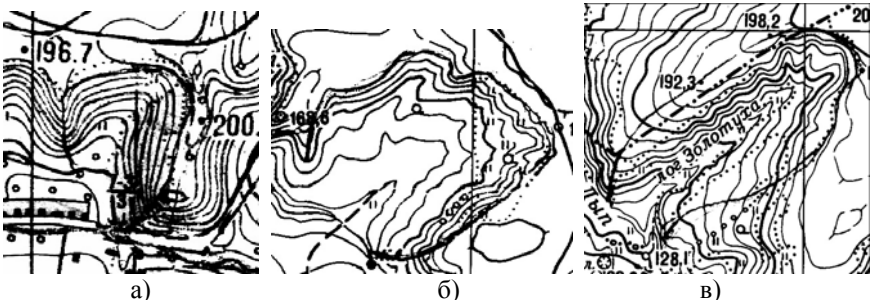


Рис. 2. Нивальные ниша (а), лоток (б), ложбина (в).

Коэффициент изометричности нивальных ниш составляет 0.8-0.9 (слабая удлинённость форм), реже -1 (правильные округлые). Ширина

нивалых ниш колеблется в пределах 50-150 м, реже достигает 170 м, в среднем 100-110 м. Морфологически хорошо выраженные стенки нивальных ниш (особенно тыльные) плавно сочленяются с днищем. Коэффициент выположенности колеблется от 1.23 до 1.88.

- *Лотки* (рис. 26) - это наиболее широко распространенные нивальные формы в пределах изучаемого региона. Встречаются в виде изолированных единичных форм, а также как составные элементы более крупных и сложных нивальных образований (цирков, комплексов). Лотки обращают на себя внимание именно благодаря своей морфологии. Это компактные, как правило, изометричные понижения с коэффициентом изометричности от 0.45 до 1.88. Среднее значение коэффициента изометричности по региону составляет 0.8-1.08.

Степень сглаженности днищ сильно варьирует. Коэффициент выположенности колеблется от 1.3 до 2.5.

- *Ложбины* (рис.2в) - это наиболее трудно идентифицируемые формы рельефа, образованные нивальными процессами. По показателям изометричности они относятся к удлинённым и сильно удлинённым формам. Нивальные ложбины по своей морфологии мало отличаются от ложбин и балок, сформированных эрозионной деятельностью временных водотоков. Однако две морфологические особенности этих форм нельзя объяснить проявлением только эрозией временных водотоков. Первая из этих особенностей – их размеры. Другим, более явным признаком участия в образовании описываемых форм нивальных процессов является наличие у них булавовидных расширений в истоках. Эти расширения представляют по существу ранее описанные нивальные ниши и лотки.

- *Цирки* - это более крупные, чем ниши, нивальные образования, отличающиеся высоким коэффициентом изометричности, близким к 1 (таблица 1). По морфологии можно выделить два типа цирков

Цирки первого типа характеризуются более простым строением: они имеют хорошо выраженную бровку; крутой (углы наклона от 8 до 15°), относительно слабо расчлененный уступ и единое мульдообразное днище, к центру которого в настоящее время стягивается сток талых и дождевых вод. Коэффициент выположенности оснований склонов колеблется от 1.25 до 1.90. Размеры их в поперечнике колеблются от 0.25-0.3 км до 0.5-0.7 км. Глубина вреза цирков описываемого типа составляет 20-40 м, максимально до 60 м.

Цирки второго типа по своим размерам несколько превышают первые – наиболее крупные из них достигают в поперечнике до 1.0 км и чуть более. Как у цирков первого типа, у описываемых хорошо выражена тыльная сторона уступа – высота его колеблется от 20 до 50 м, углы наклона составляют до 15°. Во фронтальной части высота уступа снижается до 5-10 м. Подошва уступа сильно выположена - коэффициент выположенности

колеблется от 1.7 до 2.5. Объединяющим элементом цирков второго типа является их бровка, всегда хорошо выраженная, контуры которой характеризуются высокой степенью изометричности. В уступ таких цирков вложены нивальные формы более мелкого порядка – ниши и, особенно в большом количестве, лотки. Вследствие этого дно цирков имеет лопастевидные очертания.

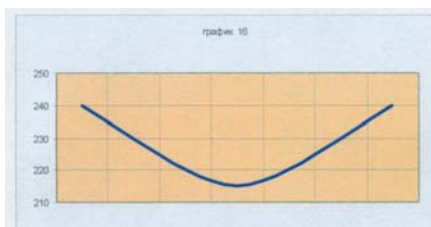
- *Нивальные комплексы* наиболее крупные и сложные по строению; в их строении участвуют вышеперечисленные формы. По своей морфологии нивальные комплексы так же на два типа. Характерным морфологическим элементом нивальных комплексов выступают гребни, разделяющие смежные нивальные образования, формирующих тот или иной комплекс. По морфологическому строению нивальные комплексы первого типа делятся на несколько подтипов. Первый подтип нивальных комплексов как и цирки отличается компактностью, коэффициентом изометричности, близким к 1 (таблица 1).

Таблица 1.  
Коэффициент изометричности нивальных цирков и комплексов.

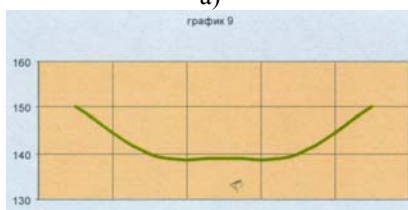
районы значения	Северный	Центральный	Южный
Max	1.9	2.1	1.36
Min	0.53	0.57	0.53
Ср.	1.02	1.1	0.82

Это крупные понижения, имеющие округлые или овальные очертания, достигающие в поперечнике 1.5-2.0 км. В крутые (от 15° до 20°) и высокие (40-60 м) уступы таких нивальных комплексов вложены ниши, лотки, ложбины, обычно редко выходящие за пределы резко очерченной бровки нивального комплекса. Ниши, лотки, ложбины и разделяющие их гребни веерообразно сходятся в наиболее низкую часть днищ комплексов, формируя своеобразные узлы схождения составных (структурных) элементов нивальных комплексов. Днища нивальных комплексов в таких узлах отличаются сильной выположенностью. Коэффициент выположенности составляет 2.3. Второй подтип нивальных комплексов отличается от первого подтипа конфигурацией в плане. Структурные элементы комплекса в данном случае расходятся веерообразно, придавая его плановым очертаниям треугольный вид. Значение коэффициента изометричности колеблется от 1.01 до 1.67, что, как правило, характерно слабо – и нормально расширенным формам.

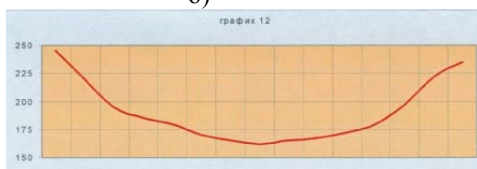
Второй тип нивальных комплексов отличается фронтальным распространением. Это лотки, ниши, цирки, непрерывно прослеживающиеся на каком-то участке склона на протяжении нескольких и даже десятков километров. Это придает склонам специфический, нивальный тип, расчленения.



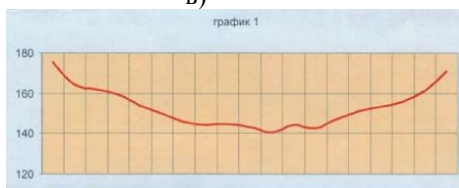
а)



б)



в)



г)

Рис. 3. Поперечные профили нивальных форм: а) ложбины; б) лотка; в) цирка; д) комплекса; (масштаб: 1:100м).



В создании описанных форм участвовали разные процессы. «Чистая» нивация сыграла основную роль в выработке плановых очертаний НФ, predeterminedных активной фронтальной частью (зоной «забоя») снежника. В выработке других морфологических черт НФ участвовали разные процессы. Это солифлюкция, придавшая склонам НФ сильную выположенность, что хорошо видно на поперечных профилях (рис.3). Меньшая выположенность склонов лотков объясняется тем, что часто днища лотков соответствуют кровле более устойчивых пород. Морфология лотков во многих местах бывает структурно обусловленной.

Пространственно-высотное положение НФ выявляет всякий характер большей части западин и чаш и сохранность их первозданной морфологии. В цирках, особенно в комплексах, наблюдается ступенчатый, вложенный характер НФ. В основе такого строения, чаще всего лежит влияние геологического строения – наличие бронирующих толщ. Не исключается выражение в этой морфологической особенности строения НФ стадийности их развития.

Степень преобразования исходной морфологии НФ хорошо видно на гипсографических кривых (рис.4). Первый тип гипсографических кривых (а) соответствует НФ, в значительной степени сохранившим свою исходную морфологию; второй (б) – НФ, претерпевшим существенную постплейстоценовую трансформацию своей морфологии под действием голоценовых эрозионных процессов.

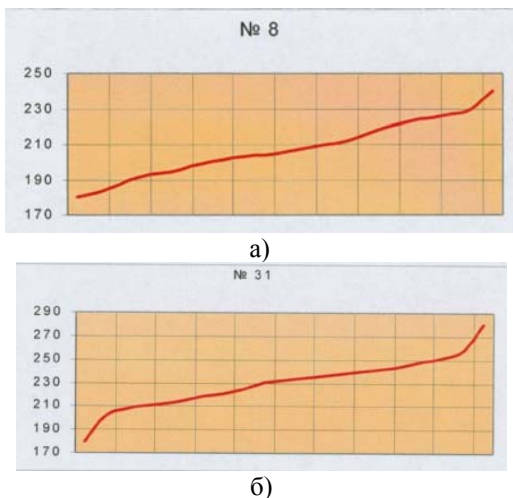


Рис. 4. Гипсографические кривые НФ: а) первого типа; б) второго типа

В данной работе произведена классификация всего разнообразия нивальных форм на территории Удмуртии с целью систематизации условий их образования и осмысления морфологического разнообразия. Данная классификация является комплексной и многоступенчатой (таблица 2).

Таблица 2

Ступени и основания классификационного деления и таксономические единицы нивальных форм исследуемой территории

Ступени деления	Основание деления	Таксономические единицы и примеры их индивидуального названия	Индексы
Первая	Климато-ландшафтные условия развития НФ	<i>Класс:</i> НФ северных ( I ), центральных ( II ), Южных ( III ) районов	I, II, III
Вторая	Отношение НФ к базису эрозии	<i>Подкласс:</i> НФ уступов высокого (А), низкого (В) плато...северных районов	I В
Третья	Экспозиционная приуроченность НФ	<i>Вид:</i> НФ теплых (а) и холодных (в) румбов... уступа низкого плато южных районов	III В <sup>ab</sup>
Четвертая	Морфологические типы НФ	<i>Тип:</i> ниши(1), лотки(2), ложбины (3), цирки (4), комплексы...»теплого» уступа вехнего плато центральных районов	ПА <sup>a</sup> <sub>1,2,3,4</sub>

Основанием деления на 1-ой ступени классификации служит географическое положение НФ, отражающее различия климато-ландшафтных условий их развития. Эти различия отражаются прежде всего в геологическом строении. По этому основанию выделяются НФ трех районов – северного, центрального, южного.

В качестве основания деления на 2-ой ступени классификации принято отношение к базисам эрозии, то есть высотное положение уступов, на которых сформировались НФ. Их повсеместно два: уступ “верхнего” и уступ “нижнего” плато.

Основанием 3-ей ступени деления служит экспозиционная приуроченность. По этому основанию выделяются НФ холодных и теплых румбов.

Четвертая ступень классификации в качестве основания деления принимает сами морфологические типы НФ. Их пять – комплекс, цирк, лоток, ложбина, ниша.

Выделенные и описанные на территории Удмуртии нивальные формы рассматриваются как реликтовые. В основу решения вопроса о реликовом происхождении изучаемых форм должны быть положены

теоретические положения климатической геоморфологии. Одно из этих положений гласит, что каждой климато-ландшафтной обстановке соответствует свой спектр экзогенных процессов и созданных ими форм рельефа. Если исходить из этого положения, что из голоценовых экзогенных процессов, формы, близкие описанным, могут быть созданы только оползневыми процессами и в редких случаях, на склонах долин, эрозионной деятельностью русел (врезанные меандры). В создании описанных форм участие упомянутых процессов исключается. Классическая форма нивальных образований (ниш, цирков) – их овальные и округлые плановые очертания могут быть созданы только снежниками. Но какими – голоценовыми современными или древними плейстоценовыми. Эти снежники были древними, плейстоценовыми. Об этом свидетельствует ряд убедительных фактов.

Во-первых, анализ литературных источников о географии распространения современных снежников однозначно свидетельствует об их отсутствии в лесной зоне. Еще в начале XVIII века описываемая территория была практически полностью залесенной. Современная залесенность территории (около 48%) – это следствие 300-летней хозяйственной деятельности человека. Однако описанные формы рельефа не могли образоваться в течение 300 лет, тем более многие из них находятся и сейчас в условиях полной залесенности. Описанные В.А. Мироновым и А.В. Ступишиным случаи функционирования современных снежников в соседнем с Удмуртией Татарстане не выявляют признаков активной нивации; география их распространения, скорее всего, предопределена древними нивальными формами. Современные снежники заимствуют их контуры, не трансформируя существенно их исходную морфологию. Описанные нами НФ образовались в условиях безлесья. Перестройка структуры зональности в плейстоцене происходила в эпоху оледенений, когда во всей обширной перигляциальной зоне, к которой относилась и изучаемая территория, устанавливались ландшафты холодных сухих степей. В это время, очевидно, сформировалась основная часть НФ современной гумидной зоны умеренных широт.

Об этом же свидетельствует, во – вторых, факт пространственно-высотной привязки значительной части НФ к комплексу морфологических образований, древнее перигляциальное происхождение которых не вызывает сомнений – к поверхности перигляциальных педиментов, перигляциальному покрову (плащу) плейстоценовых террас, вогнутой части выпукло-вогнутых перигляциальных склонов.

Третий факт также свидетельствует в пользу древней, реликтовой природы описанных НФ. Современный метелевый перенос способствует накоплению более мощного снежного покрова, соответственно современных поздневесенних и даже раннелетних снежников на склонах холодных

экспозиций. Большая же часть НФ, как было отмечено выше, наоборот, приурочена к склонам теплых экспозиций. Это, видимо, свидетельствует о том, что древние снежники имели более длительное время существования (в условиях холодного лета) и на склонах теплых экспозиций. А поскольку здесь градиент температур между снежником и оголенной породой был более высоким (необходимое условие проявления нивации) на этих склонах нивальные формы имеют и большую плотность распространения и большие размеры.

**В главе пятой** дается характеристика условий и времени образования нивальных форм на территории Удмуртии. В настоящее время, неоднократное нахождение исследуемой территории в перигляциальной обстановке плейстоценовых ледниковых покровов, можно считать фактом доказанным (монографические исследования А.П. Дедкова, Г.П.Бутакова и др.).

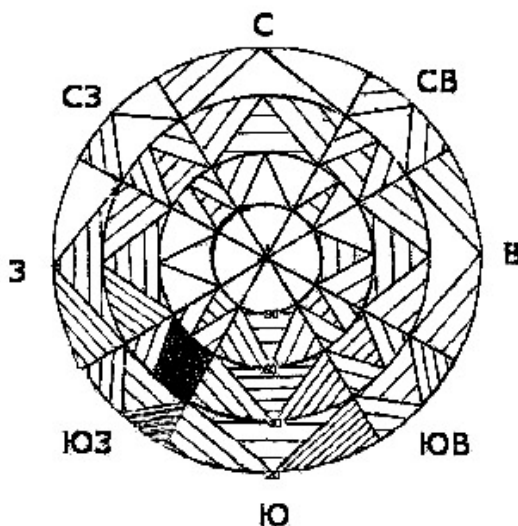


Рис. 5. Высотно-экспозиционное положение нивальных форм. Условные обозначения: в контурах экспозиционных секторов – в черте пирамид-нивальные комплексы и цирки: влево-лотки, вправо – ложбины. Густота штриховки соответствует количеству НФ: от 1 до 5; от 6 до 10; от 11 до 15; от 16 до 20; от 21 до 25; >25 – сплошная заливка. Цифрами обозначена высота склонов.

Условия образования нивальных форм определялись многими факторами - общими, присущими всей перигляциальной зоне и местными (региональными), определяемыми, прежде всего, особенностями строения рельефа и геологического субстрата.

Общим, ведущим фактором несомненно был *климатический*. Климат перигляциальной зоны определял продолжительность залегания снежного покрова, процессы промерзания и протаивания, время и скорости схода снежного покрова.

К числу местных факторов относится рельеф, отличающийся большой амплитудой расчленения и экспозиционным разнообразием склонов. Наиболее благоприятными условиями для развития нивации были склоны теплых румбов (рис.5) из-за большого градиента температурных различий между снежником и оголенной породой.

Вещественный состав геологического субстрата, отличающийся по сравнению с сопредельными территориями широким развитием глинистых пород, наиболее активно подвергавшийся криогенному выветриванию, а также солифлюкции.

Влияние геологического фактора особенно резко проявилось в морфологии НФ – главным образом цирков и комплексов – в виде структурных террас (рис. 6)

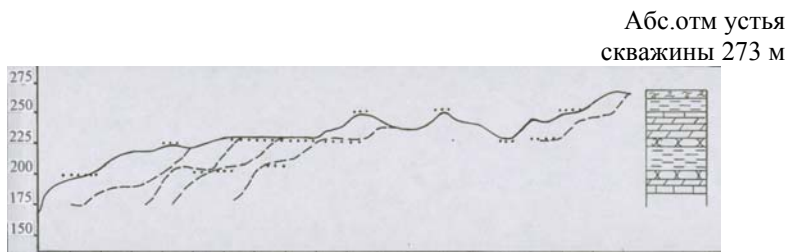


Рис. 6. Соотношение высотных отметок бронирующих пачек и структурных террас ( ) в нивальном комплексе к западу от д. Пустополье известняки; песчаники; мергели; профиль поверхности снижения между основными водотоками; профиль поверхности снижения между смежными нивальными формами; масштаб гор. 1:250 м).

Вопрос относительно времени образования НФ остается пока до конца не разрешенным. Тесная пространственная связь днищ нивальных комплексов и цирков с поверхностью второй надпойменной террасы дает нам основание говорить, что большая часть НФ образовалась в перигляциальных условиях калининского оледенения. Эти формы рельефа впоследствии были законсервированы. Вопрос о возобновлении нивальных процессов в эпоху ошашковского оледенения остается открытым. Не исключена возможность

возобновления процессов нивации в ранее образовавшихся НФ. Устанавливается три этапа развития НФ:

1. Межледниковые эпохи создавали благоприятные условия для формирования высоких эрозионных склонов и водосборных воронок на их поверхности. Этот этап, предопределивший в значительной степени место заложения снежников, был преимущественно эрозионным.

2. На втором этапе в эпоху оледенения доминировали процессы нивации и образование НФ, приуроченных к неровностям рельефа, созданными преимущественно эрозией; их можно рассматривать как эрозионно-нивальные;

3. В послеледистоеценовое время некоторая часть НФ подверглась воздействию голоценовой эрозии; такие трансформированные НФ можно рассматривать как нивально-эрозионные.

Таким образом, нивальные формы рельефа являются следствием проявления комплекса процессов не только в период своего формирования, но в последующей эволюции.

**В шестой главе** даются рекомендации по вовлечению данных форм в условия рационального природопользования. Рассматриваются научный, средообразующий и рекреационный потенциалы изученных форм.

В научно-познавательном аспекте НФ можно рассматривать как объекты, дающие возможность восстановления палеогеографической обстановки прошлого, т.к. они - образования реликтовые. Историко-генетический подход – один из ведущих в современной географии. Все природные геосистемы, в том числе и ландшафтная структура – категории исторические; становление и развитие происходит в определенные отрезки времени. Прошлое природных регионов необходимо знать ради понимания их современной структуры и динамики, прогноза развития в будущем: палеогеографический анализ дает представление о времени заложения главных черт современной природы региона, общей направленности и ритмичности ее развития, относительной устойчивости или изменчивости на протяжении последних геологических эпох.

Одной из задач, которые стоят при изучении конкретного ландшафта – это понятие его морфологической структуры. Познавание морфологической структуры лежит в основе диагностики ландшафтов. Элементы морфологической структуры НФ являются по сути дела морфологическими элементами природных комплексов на уровне фаций и урочищ. Через понимание структуры НФ возможна более объективная оценка истории становления, развития реликтовых ландшафтов, сохранивших в течение долгой геологической истории свои основные черты.

НФ на изучаемой территории являются природными образованиями не характерными для современных условий, поэтому само существование их

в данном случае является уникальным. Многие из них, обладающие богатым генофондом и биоразнообразием, могут считаться природными достопримечательностями, другие могут быть использованы как средоформирующие ядра при рекреационном освоении территории.

Особенности строения НФ создают все необходимые предпосылки для вовлечения их в рекреационно-лечебный (наличие подземных источников, вскрытых в НФ на разных высотах); рекреационно-оздоровительный (наличие больших градиентов в теплообеспеченности разноэкспонированных склонов НФ); рекреационно-спортивный (высокая амплитуда расчленения рельефа и крутизна склонов в пределах НФ) и рекреационно-познавательный (специфический рисунок окружающего пространства и эстетические его особенности) типы использования территории.

Изученные НФ, особенно наиболее сложные по своей структуре, представляют собой уникальные пейзажные комплексы. Пейзажные комплексы выделяются по наиболее выразительным, открывающимся со специально подобранных точек обзора – пейзажных подступов. Применительно к изучаемой территории бровки многих НФ могут служить такими пейзажными подступами. Открытые бровки склонов являются своеобразными точками обзора, дающие возможность оценить эстетику прилегающих пейзажей.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленное в данной работе изучение нивальных форм рельефа в пределах Удмуртской республики позволяет сделать ряд выводов:

1. Нивальные формы рельефа изучаемой территории являются в своей основе реликтовыми; возникновение и развитие их происходило в климато-ландшафтной обстановке специфической перигляциальной зоны, имевшей место в периоды четвертичных оледенений. Их реликтовость доказывается следующими фактами:

- отсутствием в современной климато-ландшафтной обстановке лесной зоны умеренных широт рельефообразующих процессов, способных создать формы рельефа, аналогичные по морфологии нивальным;

- нивация и, созданные ею формы рельефа могли развиваться только в условиях безлесья, каковыми были перигляциальные ландшафты, соответствующие эпохам плейстоценовых оледенений;

- только в перигляциальной климато-ландшафтной обстановке, при наличии вечномерзлых грунтов создаются высоко температурные градиенты между снежником и оголенной породой на склонах теплых румбов, необходимые для развития нивации.

2. Заложение и развитие нивальных форм могло происходить лишь на склонах, соответствующих определенным структурно-геологическим и геоморфологическим условиям (высота склонов, экспозиция, горные породы). Такие условия сложились именно в пределах изучаемого региона, а сочетание их способствовало созданию разнообразия изучаемых форм – нивальных ниш, лотков, ложбин, цирков и комплексов.

3. Морфологический и морфометрический анализ нивальных форм выявил специфические черты, которые позволяют утверждать, что в выработке их облика основную роль играла нивация, приуроченная к исходным неровностям эрозионных склонов и придававшая им специфические округлые, овальные и прямоугольные очертания, соответствующие очертаниям снежников.

4. Нивация проявилась двояко: в виде «чистой» (в форме криогенного выветривания, в полосе максимального температурного градиента), способствовавшей выработке характерных плановых очертаний, и составляющей комплекса других склоновых процессов (солифлюкции, делювиального сноса, крипа), участвовавших в транспортировке продуктов выветривания.

5. Со временем исходный морфологический облик нивальных форм подвергался трансформации в эпохи межледниковий и голоцена флювиальными процессами, поэтому современные морфологические показатели несут в себе признаки смен климатически обусловленных типов морфогенеза и стадийности их развития.

6. Устанавливается три этапа развития нивальных форм:

а) межледниковые эпохи создавали благоприятные условия для формирования высоких эрозионных склонов и неровностей рельефа на их поверхности;

б) эпохи позднеплейстоценовых оледенений с доминирующими процессами нивации;

в) эпохи постплейстоценового оживления эрозионных процессов и частичной трансформации реликтовых нивальных форм.

7. Изученные формы рельефа являются неотъемлемой частью геокомплекса территории Удмуртии и обладают значительным природно-ресурсным потенциалом. В научно-познавательном аспекте они, как формы реликтовые, дают возможность восстановить палеогеографическую обстановку прошлого. Средообразующий потенциал данных форм заключается в их уникальности, т.к. они не характерны для современных климато-ландшафтных условий. И, наконец, нивальные формы имеют предпосылки для вовлечения их в рекреационную деятельность.



### Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Терентьева Л.Р. Физико-географические и биоценотические аспекты формирования ООПТ на территории Удмуртии. Природное наследие и географическое краеведение Прикамья. - Пермь, 1998. - С.50-53.
2. Терентьева Л.Р. О развитии эрозионно-нивалых цирков на территории Удмуртии // Материалы 13-го межвузовского координационного совещания по проблемам эрозионных, русловых и устьевых процессов. Псков, 1998. - С.156-157.
3. Терентьева Л.Р. Природно-ресурсный потенциал нивально-эрозионных форм Удмуртии // Материалы 14 пленарного межвузовского координационного совещания по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов: сб. ст. - Уфа, 1999. - .62-64.
4. Терентьева Л.Р., Илларионов А.Г. Эрозионно-нивалые формы рельефа и их роль в формировании стока малых рек // Процессы и экологическая обстановка в бассейнах малых рек: сб. ст. - Ижевск, 2000. - С.47-50.
5. Терентьева Л.Р., Илларионов А.Г. Экологическая роль геоморфологических феноменов Камско-Вятского региона в сохранении биоразнообразия // Материалы межгосударственного совещания XXV пленума Геоморфологической комиссии РАН. Белгород: Изд-во Белгородского гос. ун-та, 2000. с.145-146.
6. Терентьева Л.Р., Илларионов А.Г. Реликтовый рельеф и его роль в функционировании системы водотоков низкого порядка в эрозионном бассейне // Материалы 16 пленарного межвузовского совещания по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов: сб. ст. - Санкт-Петербург, 2001. - С.61-64.
7. Терентьева Л.Р. Место и роль процесса нивации в системе эрозионно-нивалого цирка // География и регион. Материалы Международной научно-практической конференции: сб. ст. - Пермь, 2002. - С.74-78.
8. Егоров И.Е., Терентьева Л.Р. Гипсографические кривые эрозионных и нивально-эрозионных форм рельефа. Вестник Удмуртского университета. - Ижевск: Изд-во Удмуртского университета, 2003. - С.115-123.
9. Илларионов А.Г., Терентьева Л.Р. Морфологическая характеристика, условия и время формирования нивальных форм Вятско-Камского региона. Вестник Удмуртского университета. - Серия «науки о Земле». - 2005. - №5. - С. 123-140.